



A controvérsia científica como catalisadora de engajamento sociopolítico

Scientific controversy as catalyser of socio-political engagement

Ânderson Jésus da Silva

Professor EBT do Instituto Federal de Goiás
Doutorando em Educação da Universidade de Brasília
anderson.ana@gmail.com ou anderson.silva@ifg.edu.br

Wanna Santos de Araújo

Universidade Federal de Piauí
Doutorando em Educação da Universidade de Brasília
wannasantosaraujo@gmail.com

Wildson L. P. Santos

Universidade de Brasília
wildson@unb.br

Resumo:

Propomos neste trabalho uma mudança na perspectiva tradicional do ensino de Ciências, por meio de uma alternativa curricular fundamentada na interdisciplinaridade, dialógica e com base nos princípios da educação CTS, discutindo Questões Sociocientíficas na forma de polêmicas científicas. O propósito da educação CTS que aqui defendemos, é o de promover o letramento científico dos estudantes de forma a que tenham argumentos para participar ativamente no processo democrático de tomada de decisão. Objetivamos analisar concepções prévias, momento de crise epistemológica e acomodação conceitual dos estudantes durante debates sobre aquecimento global e degradação da camada de ozônio. Para isso desenvolvemos uma atividade com interações dialógicas que foram analisados a luz da análise de conteúdo proposta por Bardin. Percebemos a partir da análise dos resultados, que foi possível contribuir para a desconstrução da visão de ciência dos estudantes envolvidos bem como fazê-los questionar sobre uma não divulgação-científica de uma tese contra-hegemônica dos temas em questão. Assim, compreendemos que trabalhar com ação dialógica, utilizando uma questão sociocientífica na prática docente, contribuiu para despertar nos discentes um questionamento frente ao conhecimento hegemônico divulgado, embora a maioria dos estudantes não tenha conseguido se distanciar dessa visão, eles puderam refletir sobre outra forma de pensar e simultaneamente expressaram preocupações sociopolíticas, demonstrando um posicionamento crítico.

Palavras-chave: CTS; Questões sociocientíficas; sociopolítica; Divulgação Científica; Controvérsia científica.

Abstract:

In this paper, we suggest a change to the traditional Science Teaching perspective, through the proposal of a curricular alternative based on an approach that privileges interdisciplinarity and the dialogical discussion of the STS education principles, by addressing Socio-scientific Issues presented as scientific controversies. The goal of STS education that we defend is the promotion of students' scientific literacy, so that they have the arguments to actively participate in the democratic decision making process. We aim to analyse the students' previous conceptions, moments of epistemological



crisis and conceptual conformity, during debates on global warming and ozone depletion. For this, we developed a dialogical activity, and its results were analysed based on the adaptation of Content Analysis proposed by Bardin (2011). We perceived from data analysis, that it was possible to contribute to the deconstruction of students' views on Science, as well as to make them question the non-scientific disclosure of a counter-hegemonic thesis concerning the issues in focus. We further comprehended that applying dialogical actions, using a socio-scientific issue in teaching practice, contributed to awake students' indignation towards the hegemonic knowledge disclosed. Even though most of the students could not distance themselves from this perspective, they reflected upon a different way of thinking and simultaneously express socio-political concerns, demonstrating critical positioning.

Keywords: STS; Socioscientific Issues; social-politic; scientific disclosure; Scientific controversies.

Resumen:

En el presente trabajo, se propone un cambio en la enseñanza actual de las ciencias, mediante una propuesta curricular alternativa fundamentada en una discusión interdisciplinar, dialógica y con base en los principios de educación CTS, discutiendo cuestiones sócio-científicas a partir de sus controversias. El propósito de la educación CTS que aquí se defiende promueve una verdadera alfabetización científica de los estudiantes, de forma que tengan argumentos sólidos para participar activamente en el proceso democrático de la toma de decisiones. Proponemos analizar las concepciones previas, los momentos de crisis epistemológica y la acomodación conceptual de los estudiantes, mediante debates sobre el calentamiento global y la degradación de la capa de ozono. Para ello desarrollamos una actividad dialógica, cuyos resultados fueron analizados a la luz de una adaptación del análisis de contenido de Bardin (2011). Los resultados muestran que, en líneas generales, fue posible contribuir tanto en la reelaboración del conocimiento científico de los estudiantes participantes, como la promoción del cuestionamiento crítico de la no divulgación científica de tesis contra- hegemónicas de los temas en cuestión. De esta forma se obtuvo que trabajar con acción dialógica utilizando una cuestión de índole socio-científica en la práctica docente, contribuye a despertar en los docentes una indignación frente al conocimiento hegemónico divulgado, teniendo como resultado que que los estudiantes no pueden conocer otra forma de pensar que les permita expresar preocupaciones socio-políticas, demostrando así un posicionamiento crítico.

Palabras chaves: CTS; cuestiones socio-científicas; sociopolítica; divulgación científica; controversia científica.



Introdução

A educação formal brasileira no atual contexto histórico-social pode assumir um papel determinante na formação de uma sociedade mais crítica, que reconhece as influências de interesses econômicos e políticos e que envolvem as decisões sobre o progresso da ciência e da tecnologia. Um exemplo negativo comum na educação formal que aqui se refere, acontece ao se reproduzir o contexto tradicional de ensino, em que o papel do professor é o de cumprir o programa da disciplina, enfatizando ideias textuais pré-elaboradas, de domínio canônico colocando o aluno como agente passivo que não significado social ao que estuda em seus cotidianos. Propomos neste trabalho uma mudança dessa perspectiva tradicional, por meio de uma alternativa curricular fundamentada em discussão interdisciplinar, dialógica e com base nos princípios da educação CTS discutindo Questões Sociocientíficas na forma de polêmicas científicas.

O propósito da educação CTS que aqui defendemos, é o de promover o letramento científico dos estudantes de forma a que tenham argumentos para participar ativamente no processo democrático de tomada de decisão. Segundo Strieder (2012) as discussões devem surgir com a preocupação em discutir a “ciência, a tecnologia, a sociedade e as relações que se estabelecem entre as mesmas, buscando novas maneiras de compreender o desenvolvimento científico-tecnológico” (p. 24).

Na América Latina há um movimento para uma nova ordem do desenvolvimento científico e tecnológico que surge com o Pensamento Latinoamericano de Ciência, Tecnologia, Sociedade (PLACTS) crítico ao modelo linear de desenvolvimento capitalista tradicional e/ou liberal (Auler, 2011; Dagnino, Thomas, & Davyt, 2003; Santos 2007, entre outros). Segundo Dagnino (2008), a atual lógica da pesquisa latino-americana é fortemente influenciada na agenda dos países centrais e suas realidades sociais, políticas e econômicas. Nesse sentido, este autor considera a pesquisa desenvolvida como conservadora e, muitas vezes, pouco relevante para a sociedade, defendendo que se desenvolva uma agenda de discussão que leve em consideração os anseios da sociedade em que ela se insere.

Nessa perspectiva, a visão simplista de preparar o estudante para saber lidar com essa ou aquela ferramenta tecnológica ou desenvolver no aluno capacidade de absorver as novas tecnologias ou conhecimentos científicos desvinculados à sua realidade deve ser combatida, como sugere Freire (1996) que a “reflexão crítica sobre a prática se torna uma exigência da relação Teoria/Prática sem a qual a teoria pode ir virando blábláblá e a prática, ativismo” (p. 22). Este trabalho é resultado de uma investigação qualitativa baseada em um estudo de caso, que teve como objetivo analisar concepções prévias, momento de crise epistemológica e início de acomodação conceitual dos estudantes durante debates sobre aquecimento global e camada de ozônio.

Os diálogos tiveram como um dos objetivos favorecer educação sociopolítica que na visão de Reis (2013) serve preparar o cidadão para exigir e exercer uma cidadania participativa, fundamentada na justiça social e ética nas interações entre ciência, tecnologia, sociedade. As controvérsias científicas em questão foram tratadas numa perspectiva dialógica com vinte e quatro estudantes da disciplina Filosofia de Ciências e CTS do Instituto de Química da Universidade de Brasília – Brasil. Defendemos que interações dialógicas (Freire, 1996 e 2015) podem favorecer a (re)construção de saberes, posicionamento crítico e tomadas de decisão frente a questões que, como afirmam Hilário



e Reis (2011), em geral não apresentam soluções e/ou conclusões simples.

Questões Sociocientíficas

A educação científica é um campo de estudo de importância global para a formação de cidadãos críticos, ou seja, indivíduos mais bem informados e capacitados para atuar em situações sociais que envolvem a Ciência e a Tecnologia contemporânea (ver, por exemplo, Santos, 2009, Silva & Carvalho, 2007). Em decorrência desta necessidade, várias adequações curriculares foram se concretizando nas últimas décadas, influenciadas, em boa medida, pelas discussões emergentes do movimento CTS (Barbosa, Lima, & Machado, 2012; Pedretti & Nazir, 2011).

No presente trabalho fazemos uma crítica direta ao cientificismo presente na divulgação científica e tecnológica, haja vista que, nesta perspectiva tradicional a disseminação da ciência guarda também uma função ideológica que é marcada pela concepção positivista do conhecimento. Nesse sentido, consideramos os pressupostos da Educação CTS referente à participação social para promover o diálogo entre o conhecimento prévio dos estudantes e algumas implicações dos aspectos políticos, econômicos, sociais, culturais e éticos necessárias para a compreensão do desenvolvimento científico e tecnológico em um processo histórico-social permeado de diferentes interesses e ideologias (Martinez-Perez, 2012; Santos & Mortimer, 2009; Strieder, 2012).

É nesta perspectiva que valorizamos o questionamento interdisciplinar da Questão Sociocientífica controversa proposta no planejamento didático-pedagógico, convergindo com o que defendem, por exemplo, Santos (2002); Ratcliffe e Grace (2003); Reis (2004); Santos e Mortimer (2009); Martinez-Perez (2012) e; Zeidler, Sadler, Simmons e Howes (2005). Para Vieira e Bazzo (2007), o exercício de uma cidadania plena se conjuga na participação de discussões sobre questões científicas polêmicas posicionando-se. Ao abordar-se QSC na educação científica, em nossa opinião, é realçada aquela dimensão moral que perpassa os processos cognitivos e afetivos e que contribuem para tomada de decisão (Sadler, 2009), estimulando o pensamento crítico e independente (Reis, 1997). Nesse sentido, os estudantes ao vivenciarem situações-problemas que envolvem diferentes argumentos científicos, tecnológicos, sociais, éticos, morais políticos, econômicos, culturais e ambientais, no ensino de ciências tem a oportunidade de reconstruir suas opiniões, crenças e argumentações.

Para alguns autores as QSC aparecem como temas associados às interações CTS (Ramsey, 1993; Rubba, 1991) em que se destacam as controvérsias como promotoras de aprendizagem de conceitos científicos e exercício de comportamentos que privilegiam a moral e a ética. As controvérsias sociocientíficas, trazem alguns temas amplamente difundidos na educação formal de nível básico do Brasil, convergindo com o que Santos e Mortimer (2009) relatam de pesquisas sobre QSC em ações pedagógicas que estimulam debates e práticas argumentativas em sala de aula.

Muitos destes temas polêmicos encontram privilégios nos meios de comunicação em massa com intuito de favorecer a apropriação da ciência pelo cidadão comum (Massarani, 2012). Este "conhecimento científico" de disseminação midiática pode estar influenciado por correntes de pensamento científico que são hegemônicas, porém, não unânimes (Barbosa, Lima, & Machado, 2012; Leite, 2015). Para Reis e Galvão (2004) as controvérsias entrelaçadas nas discussões sobre



QSC exigem cidadãos dotados de conhecimentos e capacidades para analisar problemas nas interações CTS, no exercício pleno da cidadania ao atuar efetivamente em tomadas de decisões. Assim, a introdução dos debates de questões controversas no Ensino Superior, talvez possa constituir na formação para uma atuação crítica na sociedade.

O Contexto da pesquisa

Para organizar a ação investigativa, foram propostos os seguintes procedimentos didático-pedagógicos. Inicialmente, considerou-se a existência de um movimento hegemônico de divulgação científica (Massarani, 2012) e curricular (Brasil, 2009) no Brasil em relação aos temas aquecimento global e degradação da camada de ozônio. A priori, estas mudanças climáticas estão associadas a uma ação antropogênica, que na opinião de Casagrande, Silva Júnior e Mendonça (2011) está diretamente associada à política do Intergovernamental Panel on Climate Change (IPCC). A controvérsia se firma ao contrapor esta primeira hipótese científica do IPCC, com o que chamamos aqui de movimento contra-hegemônico, não assumido pelos meios de comunicação e nem nos documentos oficiais de regulação da educação brasileira.

Para a comunidade científica há consenso que o aquecimento global é real, mas ainda não se pode afirmar que existem consensos sobre as suas causas. Segundo Molion (2009), o clima da Terra sofreu variações climáticas naturalmente no decorrer da história, mas que a partir de três argumentos principais: (a) série de temperatura média global do ar na superfície observada nos últimos 150 anos, (b) aumento na concentração de gás carbônico a partir de 1958 e, (c) dados científicos calculados a partir de modelos numéricos de simulação do clima, surgiu uma ideia de que a temperatura média global da superfície estaria aumentando devido influências humanas. Em seus trabalhos, o professor Molion (2009) critica duramente esta ideia de ação antropogênica e tenta rechaçar cada um destes três argumentos.

Analisando séries de registros instrumentais de temperatura, alguns trabalhos científicos apresentam dados dos primeiros cinquenta anos do século XX em que o cruzamento das quantidades de emissões de CO₂, naquela época 10% da atual, e os valores de aquecimento no período não confobulam com uma intensificação do efeito estufa por ação antropogênica, e o próprio IPCC sugere que o aquecimento naquela ocasião pode ter sido por causas naturais (vide por exemplo, Mann, Bradley & Hughes, 1998; Mann, Bradley & Hughes, 1999; Jones, New, Parker, Martin & Rigor, 1999; Jones, Osborn & Briffa, 2001; Mann & Jones, 2003). Segundo o IPCC (2007), o CO₂ é o principal gás antropogênico e o aumento nos últimos 150 anos se deu por conta da queima de combustíveis fósseis, porém Petit et al. (1999) e Beck (2007), utilizando dados ignorados pelo IPCC, datados de antes de 1957, sugerem que existem outras fontes naturais para variações do gás carbônico atmosférico e que a humanidade é responsável apenas por 3% da concentração deste gás.

Com intuito de promover a discussão sobre esta controvérsia científica, organizamos um planejamento pedagógico que consistiu em duas aulas. A primeira, para o levantamento dos conhecimentos prévios dos estudantes sobre os temas, para em seguida, apresentar argumentos científicos sobre a sua natureza controversa, ou seja, apresentar os temas como construções históricas e sociais, permeadas de contradições, fruto da atividade humana. Corroborando com essa ideia Barbosa, Lima e Machado (2012) dizem que:



Há um complexo debate científico entre os defensores de que a influência antropogênica seria preponderante, os defensores de que causas naturais seriam mais determinantes que a contribuição da emissão de gases pelas atividades humanas, e ainda um pequeno grupo de defensores da tese de que o planeta Terra não estaria passando por um período de aquecimento global. Embora aparentemente se trate de fatores epistêmicos em jogo, diversos interesses políticos e econômicos ambivalentes acabam afetados. Assim, governantes, ONGs, cidadãos não especialistas e meios de comunicação adentram não apenas o debate das consequências e medidas de mitigação do fenômeno, mas também assumem polaridade ideológica quanto a suas causas, uma vez que tal orientação acaba por impactar macro e microescolhas referentes aos hábitos de vida de toda a sociedade. (p. 114)

Nesse sentido, a primeira aula foi organizada em três momentos. Inicialmente foi feito um levantamento dos conhecimentos prévios dos estudantes sobre o assunto, o que evidenciou a concepção apoiada no movimento hegemônico, ou seja, aquele em que não pairam dúvidas quanto à ação antropogênica causadora de mudanças climáticas. Para isso, apresentamos os seguintes questionamentos: O que seria o "Aquecimento Global"? O que pode causá-lo? O que vocês têm a dizer sobre a "camada de ozônio"? E deixou-os argumentar livremente, anotando-se, os consensos no quadro branco para ser acompanhando no decorrer da aula.

Em seguida reproduziu-se dois vídeos editados. O primeiro de uma entrevista com o Prof. Dr. Ricardo Augusto Felício, Geo-físico da Universidade de São Paulo num *talk show*. O segundo vídeo é de uma entrevista com o professor Luiz Carlos Baldicero Molion, do Instituto de Ciências atmosféricas da Universidade Federal de Alagoas. Esses dois pesquisadores são conhecidos no Brasil como negadores da ação antropogênica em alterações climáticas, que aqui chamaremos de céticos.

Por fim, o terceiro momento da primeira aula, os estudantes foram questionados e instigados a argumentar as percepções e (re)construções conceituais sobre os temas e qual(is) desdobramento(s) crítico(s) sobre o que acabaram de assistir, tendo como referência as anotações dos conhecimentos prévios levantados no início da aula. Ao final, um dos pesquisadores – condutor da ação pedagógica – apontou alguns consensos das falas dos estudantes os quais estabelecem as primeiras pistas das categorias: (A) Divulgação Científica e (B) Construção de concepção da Ciência.

O planejamento desta aula tinha como objetivo promover crise epistemológica em relação ao conhecimento hegemônico ao apresentar que as visões científicas podem ser controversas. Nesse sentido, apoiado nos conhecimentos prévios dos estudantes, apresentamos uma visão destoante da hegemônica, onde os "cientistas" defenderam que é pela própria dinâmica da Terra se dão eras cíclicas de maior e menor temperatura, não sendo possíveis grandes modificações climáticas por ações antropogênicas (Barbosa, Lima, & Machado, 2012; Filho, 2007; Leite, 2015; Molion, 2009; Silva & Paula, 2009).

A segunda aula consistiu em um debate simulado entre dois grupos de estudantes, formados livremente ao final da primeira aula, onde um grupo se denominou "Defensores dos argumentos do IPCC" e o outro simplesmente de "Céticos". Os pesquisadores repassaram para os responsáveis por cada grupo um acervo de artigos científicos no intuito de fornecer uma referência bibliográfica base, para ambos os grupos se prepararem para o debate. Este material fornecia suportes basilares para uma argumentação preliminar sobre o tema, intuito da ação pedagógica, porém os estudantes estavam livres para efetuar pesquisas extras. As regras dos debates foram as seguintes: (1) Cada



grupo tem 5 minutos para apresentação livre de seus argumentos, sendo sorteado no início da aula qual grupo começaria a argumentação. (2) Cada grupo terá um minuto para formular uma questão para o outro, seguido de 3 minutos para resposta, 2 minutos para réplica e 1 minuto para tréplica. Esta segunda seção da aula, de perguntas diretas, se repetiu por três vezes, totalizando seis questões, três elaboradas por cada grupo. (3) 3 minutos para cada grupo fazer as considerações finais e (4) Considerações finais do professor(es)/pesquisador(es) envolvido(s).

Procedimentos metodológicos

Definimos como corpus de análise dessa pesquisa os dados produzidos na primeira aula, pois constituiu o momento de discussão da polêmica, na qual os estudantes externaram seus saberes, suas inquietações sobre os temas em questão. Os dados produzidos a partir da segunda aula não serão desprezados, mas para essa análise não se tornou pertinente, podendo ser utilizado para construção de outro trabalho.

Nesse sentido, os procedimentos investigativos deste trabalho qualitativo consistem na filmagem das aulas com câmeras de vídeo e posterior transcrição do áudio. Esses dados são mediados pelo planejamento da ação didático-pedagógica, os textos do acervo de artigos científicos fornecidos como referência bibliográfica base e, anotações dos pesquisadores no diário de campo durante o processo de ensino e aprendizagem. Após a construção dos dados foi feita uma pré-análise que consistiu numa primeira leitura do material transcrito e com base nesse contato foi selecionado o material que em seguida foi discutido e analisado exaustivamente.

Ao analisar os dados tinha-se como referência inicial as concepções prévias dos estudantes levantadas na primeira parte da aula com as quais se tentou identificar: (1) Momentos de crise epistemológica e/ou (2) Sinais de acomodações conceituais sobre os temas controversos durante a ação dialógica da primeira aula. No desdobramento das análises, em outro trabalho, tentaremos, no decorrer dos momentos do debate da segunda aula, levantar qual(is) posicionamentos os estudantes apresentam em suas considerações finais sobre O PAPEL DA CIÊNCIA E A NECESSIDADE DE ENGAJAMENTO POLÍTICO SOBRE TEMAS SOCIOCIENTÍFICOS. Nesse sentido, categorizamos o material selecionado da primeira aula e em seguida, foram feitas as inferências e interpretações sobre os dados em questão à luz de uma adaptação da análise de conteúdo de Bardin (2011).

Ressaltamos que os estudantes que participaram da pesquisa assinaram um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido aceitando a participação, bem como permitindo que os momentos fossem gravados com a câmera de vídeo. Para que os estudantes não se sentissem pressionados a participar não foi cobrada a frequência na aula, deixando-os livres para optar. A fim de preservar a identidade dos participantes utilizamos como identificação a palavra Estudante seguida de um número cardinal em ordem sequencial, exemplo: Estudante 1, Estudante 2 e assim sucessivamente. Foram preservados também, os trechos de falas tal qual está contido na gravação. Utilizamos para identificar as falas ininteligíveis o seguinte símbolo [###] e para situações que ocorreu sobreposição de falas, pois vários estudantes falam ao mesmo tempo (AA).



Resultados

Identificamos que antes da realização da atividade dialógica, no terceiro momento da aula após problematização no segundo momento, que de um total de vinte e quatro estudantes, 79% tinham como verdade única o conhecimento hegemônico e 21% apresentavam incertezas sobre a ação antropogênica em pelo menos um dos temas tratados e/ou não foi possível identificar um posicionamento, conforme tabela 01, o que gerou dúvidas para os pesquisadores no momento da análise se não seria uma porcentagem maior de estudantes que tinham como verdade a tese hegemônica.

Tabela 01. Categorias identificadas nas concepções prévias dos estudantes.

Categorias	Participantes	Frequências
-A tese hegemônica como única verdade conhecida.	24	19 estudantes.
-Acredita em parte nos argumentos da tese hegemônica, assumindo incertezas. Fragmentos ininteligíveis.		5 estudantes.

A partir do disposto na tabela acima e lapidando mais os dados emergiram duas grandes categorias: (A) Divulgação Científica e (B) Construção de visão da Ciência. Para a primeira categoria tivemos um total de 30 turnos de falas das quais foram considerados para cada estudante somente o seu posicionamento final, nesse sentido um turno de fala por aluno totalizando as 24 falas dos estudantes. Da mesma forma para a segunda categoria identificamos uma frequência de 33 turnos de falas totais.

No terceiro momento da primeira aula, conforme apresentado na tabela 02, após a apreciação das entrevistas dos céticos e efetuar diálogos sobre as teses defendidas naquelas entrevistas, observamos mudanças em argumentações que foram evidenciadas nas concepções prévias dos estudantes, haja vista que, 16 deles concordam que prevalece a divulgação científica da tese hegemônica e 7 não opinam sobre a divulgação científica. Em relação a segunda categoria percebeu-se que 8 estudantes defendem que há influência externa no progresso da ciência e 14 estudantes não possuem uma visão configurada sobre a Ciência.



Tabela 02. Categorias e subcategorias identificadas no terceiro momento da aula 01.

Categorias e Subcategorias.		Participantes
(1) DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA	Frequência	
1A) Concorda que prevalece na divulgação científica a tese hegemônica; não vê ou não se posiciona sobre motivações (política, econômica, manutenção de <i>status quo</i>), tende a argumentar a favor da hegemonia.		24
1B) Concorda que prevalece a divulgação científica da tese hegemônica; questiona motivações da hegemonia tendendo a relacionar com política, economia, manutenção de <i>status quo</i> etc.; tende a argumentar enquanto constrói linha de raciocínio disperso, indicando possível crise epistemológica.	1A – 5 vezes 1B – 11 vezes 1C – 7 vezes Ininteligível 1 vez	
1C) Não dá opinião sobre a divulgação científica, aponta dúvida entre as teses e possíveis influências ou não argumenta sobre.		
(2) CONSTRUÇÃO DE VISÃO DA CIÊNCIA:	Frequência	
(2A) influenciada por interesses Políticos e/ou econômicos ou Presença de teoria da conspiração que favorece a tese hegemônica	2A – 8 vezes 2C – 14 vezes	
(2B). incertezas ou não posicionamento sobre ciência	Ininteligível 2 vezes	

A primeira categoria foi subdividida em três subcategorias conforme tabela 02. Identificamos então, que cinco discentes se encaixam na categoria 1A, ou seja, concordam que prevalece a divulgação científica da tese hegemônica, não se posicionando sobre possíveis motivações, seus argumentos sugerem tendência a apoiar esta tese. Na subcategoria 1B, os estudantes também concordam que prevalece a divulgação da tese hegemônica, porém, citam motivações externas.

Por exemplo, nos três turnos que se seguem, o estudante 11 iria iniciar seu posicionamento sobre motivações políticas ou econômicas na divulgação científica, quando alguns de seus colegas afirmam que existe um “beneficiamento político ou econômico”, ao retomar a fala o estudante 11 dá resposta negativa – se encaixando na subcategoria (1A) – ao que os colegas tentaram impor,



esses estudantes foram encaixados, em nossa análise, na subcategoria (1B).

[###] (Estudante 11)

[###](sobreposição de falas argumentos sobre o beneficiamento político ou econômico de uma das teses, com o exemplo da indústria petrolífera)(AA)

Não acho que houve beneficiamento). (Estudante 11)

[###](AA)

Corroborando com a subcategoria 1B, defendida por 11 estudantes, apresentamos alguns trechos que demonstram as indagações dos estudantes sobre seu posicionamento referente a uma política de sustentabilidade e a necessidade de se incluir discussões sobre influências políticas e econômicas no currículo escolar da educação básica quando se discute temas sociocientíficos.

[...] estou questionando porque não ensinaram isso pra gente, sabe. (Estudante 4).

[...] falou pra gente é que sustentável tem que de alguma forma e eu não acredito porque passa principalmente na teoria na televisão... globo ecologia... não sei o que sustentável. (Estudante 15).

Ainda dentro da categoria de divulgação científica constatou-se a existência de uma subcategoria – 1C, na qual 7 estudantes não opinam sobre a divulgação científica e apresentam dúvidas sobre a veracidade de qualquer uma das duas teses. No início das falas no terceiro momento da aula 01, os estudantes demonstram que as entrevistas com os negadores da ação antropogênica causou dúvidas sobre os argumentos da tese hegemônica.

Ah, eu fiquei com dúvida! Eles parecem muito... convictos disso.(Estudante 1)

[###] [SINALIZA CONCORDÂNCIA COM A1 COM A CABEÇA] (Estudante 2).

Depois de alguns turnos de fala, o estudante 14 inicia sua argumentação, na qual pareceu-nos que iria defender questões financeiras influenciando a divulgação científica de teses sobre o aquecimento global, porém, após o estudante 7 argumentar que por esta lógica não seria a teoria hegemônica a mais divulgada, o estudante 14 argumenta sobre energia renovável, o que atribuímos a expressão de dúvidas sobre a veracidade entre as duas teses em discussão.

[###](AA)

Tem que tá girando dinheiro aí! Quando gira dinheiro Todo mundo ganha! (Estudante 14)

(risos) [###](AA)

Se fosse... se fosse pra considerar dinheiro [###](AA) a gente poderia considerar que seria a teoria doooooo aquecimento global que não existiria porque hj em dia uma das industrias que mais tem intrave é a indústria petrolífera porque todo mundo ta querendo arranjar um substituinte pro petróleo [###](AA) elétrica tudo mais elétrica tudo mais mais aí que ela vai renovando(Estudante 7)

Problema que ela não é renovável (Estudante 14)

Exatamente! (Estudante 09)



Tá tentando de um uma um combustível pra do petróleo como aconteceu algumas crises e acabou quebrando o Brasil quebrando um monte de país que dependiam do petróleo e aí o problema não é muito mais emissão e sim a e ae a renovável né a fonte de energia eu acho grande... o maior problema é esse! (Estudante 14).

Portanto, o que nos pareceu evidente no âmbito da primeira dimensão dessa discussão que os estudantes, mesmo que inicialmente em sua maioria demonstraram que eram conhecedores da tese hegemônica e acreditar nela com verdade única, após conhecer a visão contra-hegemônica se re-enquadraram em outras três dimensões: (i) aqueles que tendem a continuar concordando com a tese hegemônica mais denunciam que ela é subsidiada por uma divulgação científica tendenciosa; (ii) aqueles que apresentam dúvidas entre qual das duas teses irão se posicionar, se mostram insatisfeitos com uma divulgação científica que também consideram tendenciosa, mas os seus argumentos se apresentam dispersos com linha de raciocínio difusa e; (iii) os que preferiram não se posicionar ou opinar, naquela aula, sobre qualquer das duas teses, nem sobre a divulgação científica sobre elas. A maior tensão nas falas acontecia quando se acrescia na categoria divulgação científica argumentos sobre motivações políticas, éticas, econômicas entre outros.

A segunda categoria, construção de visão da ciência, foi subdividida em duas subcategorias, conforme consta na tabela 02. Sendo que oito estudantes falam das influências de fatores externos como política, economia, manutenção do *status quo* e até a presença de "teoria da conspiração", subcategoria 2A. Já 14 estudantes se enquadram numa subcategoria que denominou-se aqui de 2B, na qual os estudantes apresentam incertezas e não posicionamento sobre suas visões de ciências. Na sequência de falas que se segue, pode-se salientar bem essas duas subcategorias.

Tá vamos vamo... eu queria que todo mundo falasse, quero ouvir todo mundo... sobre... é vc? (risos)(Pesquisador)

Eu só questionei, não sei se a indústria se beneficia tanto disso! Mas sim, eu acho que eu fiquei na dúvida to meio em dúvida em relação ao que eu achava antes, mas é [###] os cientistas aí eles falaram que basicamente é comandado pelas alterações no oceano né eu acho que dizer que o homem (Prof. Soll) não afeta ooooo clima enfim como a natureza e como o mundo funciona eu acho que é radical de mais! Por que se vc tá falando que o clima é afetado pelas [###] o Sol no oceano se a gente acaba mexendo com o oceano, por exemplo, a gente acaba mexendo com o clima da Terra! Então dizer que o homem não é responsável por algumas coisas e muito mais radical assim como dizer que ele é totalmente responsável também é muito radical eu acho que existe um equilíbrio aí. (Estudantes 9)

Também fiquei com dúvida... [###] igual falou lá que alguma coisa que só ficou ali nele por que o que falou pra gente é que sustentável tem que de alguma forma e eu não acredito pq passa principalmente na teoria na televisão... globo ecologia... "não sei o que" sustentável [###] (risinhos) por que que não fala pra gente pra gente outra e poder fazer esse debate igual chegar na escola e faz. (Estudantes 15)

E aí uma pessoa que tinha uma pequena dúvida né?(Pesquisador)

Não então, eu nunca [###] e eu acho que é bem radical dizer que a economia não interfere, mas não interfere também tanto assim acho que interfere, interfere muito mais outras assuntos tipooooo é problema de água é... esquece [###] lixo... principalmente da renovação da água problema [###] e também acho que essa coisa da mídia ir pro lado dos defensores tem esse lado de ganhar dinheiro por que querendo ou não alguém vai ter que construir aquele material pra



é... que é... que é... agora sustentável e que pra substituir o que era ruim o que era considerado errado... além deles construir esse material éeeee pra poder vender é pra comprar é essa indústria que irá comprar vender produto com outro preço e assim um ciclo que [###](riu) acho que é isso! (Estudante 16).

Certo! (Pesquisador)

Eu concordo com o primeiro cientista que eu também não acho que interfere tanto... mas, também acho que é muito radical acho que não tem de jeito nenhum que é meio que [###] até perguntou assim no ensino médio eu tive que eram ciclos tive professor que falavam que eram ciclos então é lá o homem que não sei o que [###] essa parte. (Estudante 17)

Então vamos lá vou pedir para que vcs sejam mais sucintos pq a gente tem que continuar [...] (Pesquisador).

Não tenho opinião formada [###][...](Estudante 18)

Mas você tinha? (Pesquisador)

Tinha mas agora com a [###](AA) (risos) (Estudante 18)

Tinha uma parte que depende ou outra que não depende, acho que vai continuar muito tempo assim [###](sobreposição de falas) quando vc vai observar a do passado vc consegue [###] mas acho difícil arriscar alguma coisa. (Estudante 19)

[###] opinião sabe... parece mais a fala de teoria da conspiração... e é assim um mundo tão pequeno. (Estudante 20)

Vc continua então com a mesma posição? (Pesquisador)

É! (Estudante 20)

Nem dúvida vc ficou?(Pesquisador)

Não! O primeiro é [###](sobreposição de falas)... o segundo não existe! Ele elabora suas respostas com mais... com mais cuidado... não mais não tem sentido... pra mim não não... (Estudante 20).

Com base no diálogo exposto acima percebemos nitidamente um momento revelador de crise epistemológica dos estudantes, na qual eles não conseguem se posicionar fielmente frente a uma visão da ciência, mas compreendem que existem fatores externos que possam influenciar no seu progresso demonstrando que a ciência não é neutra e saindo pela tangente da visão salvacionista de ciência. Assim, o diálogo também contribuiu para percebermos que apenas uma discussão breve de um determinado tema, principalmente quando se trata de um tema sociocientífico, não é suficiente para possibilitar um posicionamento sem dúvidas, sem contestações, mas que em contra-partida permitiu a desconstrução da visão única que os estudantes possuíam, à medida que passaram a ampliar seus olhares em relação a polêmica em discussão.

O que os discentes colocam em questão é a falta de divulgação de outra(s) visão(ões) do conhecimento senão a que é tida como hegemônica. Segundo Massarani (2012) esse tipo de abordagem de temas científicos é, em linhas gerais, simplista e direcionado a um grupo de pessoas consideradas letradas em ciências, e que por isso, geralmente recebem estas informações passivamente. Ao se propor no presente trabalho, que os estudantes exercitem seu direito de opinar boa parte deles discursa reconhecendo que a tese hegemônica é privilegiada nos currículos



e na divulgação científica, porém seus argumentos se apresentam de forma dispersa, o que pode indicar momento de (re)construção conceitual perante crise epistemológica que estão vivenciando. Observou-se nas argumentações que aquela visão inicial, que emerge nas concepções prévias, e que corroboram com uma visão de que a ciência é neutra e salvacionista, apresenta conflitos

A camada de ozônio existente no aquecimento global é uma farsa... até pra gente que fez o vestibular tinha questões lá "ah o aquecimento global" [...] (Estudante 3)

[...] porque a gente cresceu ouvindo isso [...]. (Estudante 4).

Os estudantes 3 e 4 demonstram uma indignação com a falta do conhecimento contra-hegemônico. Segundo Vieira e Bazzo (2007) inserir o educando nessas discussões sobre controvérsias científicas tem o potencial de estimulá-lo a sentir-se parte da sociedade em que vive e a se interessar pelos seus problemas a participar das discussões decorrentes das interações ciência/tecnologia/sociedade. Foi observado que a atividade dialógica proporcionou uma desconstrução do conhecimento hegemônico da divulgação científica referente às questões sociocientíficas discutidas dando-lhes possibilidade de refletir criticamente ao tomar decisão. Ganhou destaque também o engajamento sociopolítico e a construção da autonomia dos estudantes frente a uma questão social. Aspectos esses que representaram uma articulação das controvérsias em questão com a proposta curricular da disciplina a qual foi o campo da pesquisa.

Considerações finais

Em nossa opinião, a relevância desta atividade para a pesquisa na educação científica, está no fato de que os resultados desta convergem com outros resultados de pesquisas que discutem o papel de controvérsias em sala de aula. Tentou-se neste trabalho trabalhar as controvérsias de forma criativa e dinâmica, o que facilitou observar a construção de um posicionamento mais crítico, quando comparado com o conhecimento prévio sobre os temas, num processo de tomada de decisão, ou pelo menos autonomia para, na perspectiva freireana, expressa por eles no decorrer do processo dialógico. A autonomia pode ser considerada um processo dialético de construção da subjetividade individual que depende das relações construídas no espaço vivido. Para Freire (2015) a autonomia, enquanto amadurecimento do ser é um processo em construção pautado em experiências estimuladoras da tomada de decisão.

Evidenciamos na primeira categoria que os estudantes demonstravam inicialmente serem conhecedores da tese hegemônica e acreditar nela com verdade única, porém após conhecer uma visão contra-hegemônica ficaram influenciados por esse novo olhar, o que não os possibilitou tomar um posicionamento sem dúvidas ou constatações. Importante destacar também que quando se acrescia argumentos sobre motivações políticas, éticas, econômicas e entre outros o barulho e a sobreposição de falas aumentavam entre os estudantes, o que transparecia que aquele momento era para eles uma possibilidade de externar suas indignações.

Na análise da segunda categoria notou-se momentos de crise epistemológica dos estudantes, na qual eles não conseguem se posicionar fielmente frente a uma visão da ciência, mas compreendem que existem fatores externos que possam influenciar no seu progresso demonstrando que a ciência não é neutra.

Contudo, compreendemos que trabalhar com ação dialógica (Freire, 1996 e 2015) utilizando uma



questão sociocientífica na prática docente contribuiu para despertar nos discentes uma indignação frente ao conhecimento hegemônico divulgado. Embora a maioria não tenha conseguido se distanciar dessa visão, os estudantes puderam conhecer outra forma de pensar e simultaneamente expressaram preocupações sociopolíticas, demonstrando um posicionamento crítico.

Agradecemos ao ECC - Educação Científica e Cidadania, à CAPES - Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Ensino Superior, ao IFG - Instituto Federal de Educação Ciências e Tecnologia de Goiás, à Universidade Federal de Piauí ao PPE/UnB - Programa de Pós-graduação em Educação da UnB.

Referências

- Barbosa, L. G. D' C., Lima, M. E. C. de C., & Machado, A. H. (2012) Controvérsias sobre o aquecimento global: circulação de vozes e de sentidos produzidos em sala de aula. *Ensaio*, 14(01), 113-130.
- Bardin, L. (2011) *Análise de conteúdo*. Lisboa: Edições 70.
- Beck, E. G. (2007). 180 Years of CO₂ gas analysis by chemical methods. *Energy & Environment*, 1-17.
- Brasil. (2009) Ministério de Educação. Secretaria de Educação Básica. *Coleção explorando o ensino: mudanças climáticas*: Brasília: MEC, SEB; MCT; AEB.
- Casagrande, A., Silva Júnior, P., & Mendonça, F. (2011) Mudanças climáticas e aquecimento global: controvérsias, incertezas e a divulgação científica. *Revista Brasileira de Climatologia*, 8, 30-44.
- Dagnino, R., Thomas, H., & Davyt, A. (2003) El Pensamiento em Ciencia, Tecnología y Sociedad em Latinoamérica: uma interpretación política de su trayectoria. In R. Dagnino, & H. Thomas (Orgs.), *Ciência, Tecnologia e Sociedade: uma reflexão latino-americana* (pp. 13 - 51). Taubaté: Cabral Editora e Livraria Universitária.
- Dagnino, R. (2008) As Trajetórias dos Estudos sobre Ciência-Tecnologia-Sociedade e da Política Científica e Tecnológica na Ibero-América. *Alexandria - Revista de Educação em Ciência e Tecnologia*, 1(2), 3-36.
- Filho, F. D. A. (2007) O aquecimento global e a teoria de Gaia: subsídios para um debate das causas e consequências. *Climatologia e Estudos da Paisagem*, 2(1), 4-26.
- Freire, P. (1996) *Pedagogia da Autonomia: saberes necessários à prática educativa* (33.ª Ed.) São Paulo: Paz e Terra.
- Freire, P. (2015). *Pedagogia do Oprimido*. (43.ª Ed.) Rio de Janeiro: Paz e Terra.
- Hilário, T., & Reis, P. R. (2011) Potencialidades e limitações da discussão de controvérsias sociocientíficas através da representação de papéis: um estudo de caso. *Nuances: estudos sobre educação*, 19(20), 86-94.
- IPCC AR4/SPM, 2007. Contribution of Working Group I for the Fourth Assessment Report (AR4), *Summary for Policy Makers (SPM)*, WMO/UNEP, Genebra, Suíça. Recuperado em 24 de maio, 2016, Web site: <https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/wg1/ar4-wg1-spm.pdf>
- Jones P. D., Osborn T. J., & Briffa K. R. (2001) The Evolution of Climate Over the Last Millennium. *Science*,



292(5517), 662-667.

Jones, P.D., New, M., Parker, D. E., Martin S., & Rigor, I. G., (1999). Surface air temperature and its changes over the past 150 years. *Rev. Geophys*, 37, 173-199.

Leite, J. C. (2015) Controvérsias na climatologia: o IPCC e o aquecimento global antropogênico. *Scientiæ zudia*, 13(3), 643-77.

Mann M. E., Bradley R. S., & Hughes M. K. (1998) Global-Scale temperature patterns and climate forcing over the past six centuries. *Nature*, 392, 779-787.

Mann M. E., Bradley R. S., & Hughes M. K. (1999) Northern hemisphere temperatures during the past millennium: Inferences, uncertainties, and limitations. *Geophys Research Letters*, 26,759-762.

Mann M. E., & Jones P. D. (2003) Global surface temperatures over the past two millennia. *Geophys Research Letters*, 30(15), 5.1-5.4.

Massarani, L. (2012) Comunicação da ciência e apropriação social da ciência: algumas reflexões sobre o caso Brasil. *Uni-pluri/versidad*, 12(3), 92-100.

Martinez-Peres, L. F. (2012) *Questões Sociocientíficas na prática docente: ideologia, autonomia e formação de professores*. São Paulo, Editora Unesp.

Molion, L. C. (2009) Desmistificando o aquecimento global. *Instituto de Ciências Atmosféricas*. Consultado em 20 de novembro, 2015, em http://www.icat.ufal.br/laboratorio/clima/data/uploads/pdf/molion_desmist.pdf

Pedretti, E., & Nazir, J. (2011) Currents in STSE education: Mapping a complex field, 40 years on. *Science Education*, 95, 601-626.

Peréz, L. F. M., & Carvalho, W. L. P. de. (2012). Contribuições e dificuldades da abordagem de questões sociocientíficas na prática de professores de ciências. *Educação e Pesquisa*, 8(3), 727-741.

Petit J. R., Jouzel J., Raynaud D., Barkov N. I., Barnola J. M., Basile I., Bender M., Chappellaz J., Davis J., Delaygue G., Delmotte M., Kotlyakov V. M., Legrand M., Lipenkov V. M., Lorius C., Pépin L., Ritz C., Saltzman E., & Stievenard M. (1999) Climate and atmospheric history of the past 420,000 years from the Vostok Ice Core, Antarctica. *Nature*, 399, 429-436.

Ramsey, J. (1993). The science education reform movement: implications for social responsibility. *Science Education*, 77(2), 235-258.

Ratcliffe, M., & Grace, M. (2003). *Science education for citizenship: teaching socio-scientific issues*. Maidenhead: Open Universit Press.

Reis, P. (1997) A promoção do pensamento através da discussão dos novos avanços na área da biotecnologia e da genética. Tese de Mestrado. Lisboa: Departamento de Educação da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa.

Reis, P. (2013) Discussão à ação sociopolítica sobre controvérsias sócio-científicas: uma questão de cidadania. *Ensino de Ciências e Tecnologia em Revista*, 3(1), 1-10.



- Reis, P., & Galvão, C. (2004) Controvérsias sócio-científicas e prática pedagógica de jovens professores. *Investigações em Ensino de Ciências*, 10(2), 131-160.
- Rubba, P. (1991). Integration STS into school science and teacher education: beyond awareness. *Theory into Practice*, 30(4), 303-315.
- Sadler, T. D. (2009) Socioscientific issues in science education: labels, reasoning, and transfer. *Cultural Studies of Science Education*, 4(3), 697-703.
- Santos, W. L. P. Dos (2002). Aspectos sócio-científicos em aulas de Química. Tese de Doutorado. Belo Horizonte: Faculdade de educação da Universidade Federal de Minas Gerais.
- Santos, W. L. P dos. (2007). Educação científica na perspectiva de letramento como prática social: funções, princípios e desafios. *Rev. Bras. Educ. [periódico na Internet]*, 12(36). 474-550.
- Santos, W. L. P.; (2009) Scientific Literacy: A Freirean Perspective as a Radical View of Humanistic. *Science Education*, 93(2), 361 – 382.
- Santos, W. L. P. (2011). Significados da educação científica com enfoque CTS. In: W. L. Santos & D. Auler. (2011), *CTS e educação científica: desafios, tendências e resultados de pesquisas* (pp. 21-47). Brasília: Editora da UnB.
- Santos, W. L. P., & Mortimer, E. F. (2009) Abordagem de aspectos sociocientíficos em aulas de Ciências: possibilidades e limitações. *Investigações em Ensino de Ciências*, 14(2), 191-218.
- Silva, L. F., & Carvalho, L. M. A (2007) Temática Ambiental e o Processo Educativo: o ensino de Física a partir de temas controversos. *Ciência & Ensino*, 1(V. especial). Consultado em <http://www.ige.unicamp.br/ojs/index.php/cienciaeensino/article/viewFile/152/105>
- Silva, R. W. C., & Paula, B. L. (2009) Causa do aquecimento global: antropogênica versus natural. *Terrae Didactica*, 5(1), 42-49.
- Strieder, R. B. (2012). *Abordagens CTS na educação científica no Brasil: sentidos e perspectivas*. Tese de Doutorado. São Paulo: Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo.
- Vieira, K. R. C. F., & Bazzo, W. A. (2007) Discussões acerca do aquecimento global: uma proposta CTS para abordar esse tema controverso em sala de aula. *Ciência & Ensino*, 1(número especial), 1- 12.
- Zeidler, D. L., Sadler, T. D., Simmons, M. L., & Howes, E. V. (2005) Beyond STS: A research-based framework for socioscientific issues education. *Science Education*, 89(2), 357-377.